

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-230505

(43)Date of publication of application : 12.09.1990

(51)Int.Cl.

G11B 5/31

(21)Application number : 01-049922

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 03.03.1989

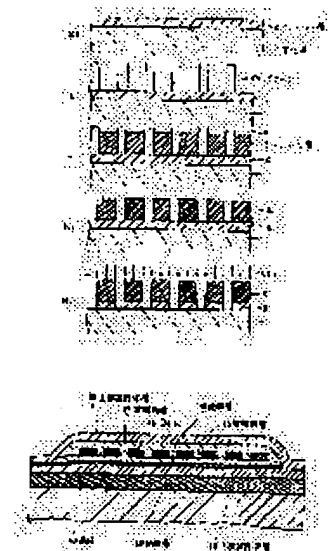
(72)Inventor : YAMADA KAZUHIKO

## (54) THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a dense coil with a small coil gap without applying etching on the upper plane of a Cu plating layer by forming a plating substrate layer with a Ta or Ti film, and eliminating the plating substrate layer by applying reactive etching in CF gas atmosphere.

CONSTITUTION: The plating substrate layer consisting of a Ta layer 2 is formed on a substrate body (equivalent to an organic material layer 15) by using a sputtering method, and next, a PR pattern 4 which becomes a plating frame is formed by using photolithographic technique. After that, the Cu plating layer 3 is formed in a copper sulfate bath. Next, the PR pattern 4 is peeled in organic solvent, and lastly, an unrequired plating substrate layer is eliminated by the reactive etching in the CF gas atmosphere, then, a coil 16 is formed. Furthermore, an organic material layer 17 consisting of photoresist which becomes the gap elimination layer of the coil 16 is formed. Thereby, it is possible to minimize the reduction of the film thickness of the Cu plating layer in process to eliminate the plating substrate layer in the generating process of the coil, and to obtain the fine coil with a narrow coil gap and with large coil thickness.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-230505

⑤ Int.Cl.<sup>5</sup>

G 11 B 5/31

識別記号

F

庁内整理番号

7426-5D

⑬ 公開 平成2年(1990)9月12日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全8頁)

⑭ 発明の名称 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

⑰ 特 願 平1-49922

⑱ 出 願 平1(1989)3月3日

⑲ 発 明 者 山 田 一 彦 東京都港区芝5丁目33番1号 日本電気株式会社内

⑳ 出 願 人 日本電気株式会社 東京都港区芝5丁目7番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 館野 千恵子

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 磁性材料からなる磁気回路と、前記磁気回路中に形成された非磁性材料からなる磁気間隙と、前記磁気回路に交叉して形成された導体薄膜からなるコイルとで構成されてなる誘導型薄膜磁気ヘッドにおいて、コイルがTaまたはTi薄膜層とCuメッキ層を順次成膜した積層体で形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

(2) 誘導型薄膜磁気ヘッドの製造方法におけるコイル作製プロセスが、基板上にメッキ下地層を形成する工程と、該メッキ下地層上にコイル形状に対応したフォトレジストパターンを形成する工程と、該フォトレジストパターン間隙に電気Cuメッキ層を形成する工程と、前記フォトレジストパターンを剥離する工程と、露呈したメッキ下地層を除去する工程とからなり、露呈

したメッキ下地層の除去は、CF<sub>4</sub>ガスを主成分とする雰囲気中の反応性エッチングにより行われることを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 3. 発明の詳細な説明

[産業上の利用分野]

本発明は磁気ディスク装置、磁気テープ装置等を使用される誘導型薄膜磁気ヘッドに関し、特に集積化薄膜技術を用いて作製される誘導型薄膜磁気ヘッドのコイルの構造に関するものである。

[従来の技術]

近年磁気記録の分野では、高記録密度化が増々進み、記録媒体と共に磁気記録を支える磁気ヘッドにおいても、従来のフェライトヘッドに代わり、集積化薄膜技術を用いて製造される薄膜磁気ヘッドが実用化されてきた。この薄膜磁気ヘッドは、周波数特性が優れており、半導体テクノロジーに基づく製造プロセスが適用できるので、高精度の高記録密度用磁気ヘッドを低価格で製造することが可能となり、今後の磁気ヘッドの主流となりつ

つある。

第5図はこのような薄膜磁気ヘッドの概略断面図である。第5図において、 $Al_2O_3-TiC$ 等のセラミック基板10上には $Al_2O_3$ 等の絶縁層12がスパッタリング法等によって成膜されており、その上にNiFe合金やCo-金属系非晶質材料（例えばCoZrNb）等の軟磁性体よりなる下部磁性体層13が集積化薄膜技術を用いて形成されている。該磁性体層13上には所定のギャップ長に等しい膜厚を有する絶縁層14、前記下部磁性体層13の段差解消層となる有機物層15および導電性材料よりなるコイル16が形成されている。該コイル上およびコイル間隙には、コイル16の段差解消層となる有機物層17が再度形成され、次にNiFe合金やCo-金属系非晶質材料（例えばCoZrNb）等の軟磁性体よりなる上部磁性体層18が、下部磁性体層13と同様にして形成され、絶縁物からなる保護層（図示せず）が成膜されて薄膜磁気ヘッドのトランスデューサーが完成される。

- 3 -

地層の一部が除去されてコイルが形成される。なお、この製造工程では、第4図(e)でも明らかとなっており、メッキ下地層の除去工程ではCuメッキ層3もイオンエッチングされるため、Cuメッキ層3の厚みはメッキ下地層を除去する時間分だけ減少する。

ところで、近年の高記録密度化の流れを反映し、媒体上に記録された情報からの漏洩磁界は増々微小なものとなってきており、ヘッドの再生出力の低下が懸念されている。誘導型薄膜磁気ヘッドの再生出力はコイルの巻数にほぼ比例することから、コイル間隔をできるだけ狭めて稠密なコイルを形成し、コイル巻数を増加させることが、この再生出力低下を補うひとつの有力な手段と考えられている。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら前述した従来の構造や製法によって、コイル巻数を増加させる際には以下に述べる如き問題点があった。

すなわち、稠密なコイルにおいては、当然のこ

上述した薄膜磁気ヘッドのコイル16には通常電気銅(Cu)メッキ膜が用いられ、その概略断面構造は第2図に示したようなものである。つまり、第5図で示したコイル16は、Cr層5とCu層6の積層体（この積層体は通常スパッタリング法で形成される）からなるメッキ下地層とCuメッキ層3の積層構造となっている。

このような従来のコイルの製造工程を第4図に示す。まず、第4図(a)において、下地層11上にスパッタリング法によってCr層5とCu層6の積層体を成膜し、メッキ下地層を形成する。次いで、第4図(b)に示すように、所定形状のフォトリジストパターン（以下、PRパターンと略記する）4を公知の露光・現像技術を用いて形成する。その後、第4図(c)に示すように、硫酸銅を主成分とするメッキ浴中においてCuを析出させ、Cuメッキ層3を形成する。次いで、PRパターン4を剥離し（第4図(d)）、第4図(e)に示すように、Arガス雰囲気中でのイオンエッチングにより、PRパターン4で被覆されていたメッキ下

- 4 -

とながらコイル間隔は従来のコイル間隔（4 $\mu m$ 程度）に比較して狭く、約2 $\mu m$ 程度以下が普通である。一方、コイル厚み（メッキ下地層とCuメッキ層3の膜厚の和）も現状では3 $\mu m$ 前後の値であるが、コイル巻数の増加によるコイル抵抗値の増大の影響を軽減するため、より厚く（例えば、4 $\mu m$ 以上）する必要がある。

このようなコイル間隔が狭く、コイル厚が厚い稠密なコイルでは、第4図(e)の工程でのイオンエッチングによりPRパターン4で被覆されていたメッキ下地層の一部を除去する際、コイル間隔の広い従来のコイルを形成する場合に比較して、メッキ下地層除去工程に要する時間が大幅に増大する。

これは、コイル間隔が狭くコイル厚が大きいため、除去されるべきメッキ下地層がコイル上面（第2図中、矢印Aで示した面）から深い位置にあることになり、Ar粒子がメッキ下地層に到達する頻度が低下すること、およびAr粒子によりたたき出されたメッキ下地がコイルの側面に再付

- 5 -

- 6 -

着するなどしてコイルとコイルの隙間から容易に離脱しないこと等により、コイルとコイルに挟まれた部分での実効的なエッチング速度が低下することが原因と考えられ、必然的に生じる現象である。

このように、稠密なコイルのメッキ下地層除去工程においては、その工程完了に多大の時間を要するため、結果としてコイル上面（第2図中、矢印Aで示した面）が長時間にわたりイオンエッチングされ、コイル厚が大幅に減少する。従って、コイル厚を厚くし、巻数増加によるコイル抵抗値の増大を抑制するという効果が十分得られず問題となっていた。このことは、コイル厚が厚いほど、またコイル間隔が狭いほど著しく、ヘッド製造工程において大きな問題となっていた。

本発明は以上述べた薄膜磁気ヘッドのコイル形成工程における問題点を解決してコイル厚が厚く、かつコイル間隔が狭い稠密コイルを有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することを目的とするものである。

- 7 -

#### 〔作用〕

本発明は上述の構成をとることにより、従来の課題を解決した薄膜磁気ヘッドの提供を可能とした。

すなわち、本発明者の検討によれば、 $\text{CF}_4$ ガスを主成分とする雰囲気中での反応性イオンエッチングにおいては、 $\text{Ta}$ 薄膜および $\text{Ti}$ 薄膜のエッチング速度は非常に大きく、一方、 $\text{Cu}$ メッキ層のエッチング速度は極めて小さく、 $\text{Ta}$ の約1/15程度、 $\text{Ti}$ の約1/20程度である。従って、 $\text{Ta}$ 層または $\text{Ti}$ 層をメッキ下地層とした場合、 $\text{Cu}$ メッキ層を殆どエッチングせずに不要なメッキ下地層を除去することが可能である。

例えば、メッキ下地層として膜厚 3000 Å の $\text{Ta}$ 薄膜を用いた場合、 $\text{CF}_4$ ガス雰囲気中での $\text{Ta}$ のエッチング速度は 300 Å/分（ $\text{CF}_4$ ガス圧 4.5 Pa、投入電力 100 W）であるから、約 10 分でメッキ下地層の除去工程が完了する。この間、 $\text{Cu}$ メッキ層は同一エッチング条件下での $\text{Cu}$ のエッチング速度が約 20 Å/分であるから、わず

- 9 -

#### 〔課題を解決するための手段〕

本発明は、磁性材料からなる磁気回路と、前記磁気回路中に形成された非磁性材料からなる磁気間隙と、前記磁気回路に交叉して形成された導体薄膜からなるコイルとで構成されてなる誘導型薄膜磁気ヘッドにおいて、コイルが $\text{Ta}$ または $\text{Ti}$ 薄膜層と $\text{Cu}$ メッキ層とを順次成膜した積層体で形成されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッドであり、またその製造方法は、誘導型薄膜磁気ヘッドの製造方法におけるコイル作製プロセスが、基板上にメッキ下地層を形成する工程と、該メッキ下地層上にコイル形状に対応したフォトレジストパターンを形成する工程と、該フォトレジストパターン間隙に電気 $\text{Cu}$ メッキ層を形成する工程と、前記フォトレジストパターンを剥離する工程と、露呈したメッキ下地層を除去する工程とからなり、露呈したメッキ下地層の除去は、 $\text{CF}_4$ ガスを主成分とする雰囲気中の反応性エッチングにより行われることを特徴とする。

- 8 -

か 200 Å 程度その膜厚が減少するだけである。

一方、メッキ下地層として膜厚 3000 Å の $\text{Ti}$ 薄膜を用いた場合、 $\text{CF}_4$ ガス雰囲気中での $\text{Ti}$ のエッチング速度は 400 Å/分（ $\text{CF}_4$ ガス圧 4.5 Pa、投入電力 100 W）であるから、約 8 分でメッキ下地層の除去工程が完了する。この間、 $\text{Cu}$ メッキ層は同一エッチング条件下での $\text{Cu}$ のエッチング速度が約 20 Å/分であるから、わずか 160 Å 程度その膜厚が減少するだけである。

従って、 $\text{Ta}$ または $\text{Ti}$ 薄膜をメッキ下地層とし、 $\text{CF}_4$ ガス雰囲気中での反応性エッチングによってメッキ下地層除去を行うことにより、メッキ下地層除去工程の最中に $\text{Cu}$ メッキ層の上面が殆どエッチングされることなく、コイル間隔の小さな稠密コイルが実現される。

なお、 $\text{CF}_4$ ガス雰囲気中での $\text{Ta}$ または $\text{Ti}$ のエッチング速度は、 $\text{Ar}$ ガス雰囲気中でのイオンミリングによりメッキ下地層を除去する場合と異なり、コイル間隔が 0.8 μm 程度までは殆どコイル間隔依存性を示さない。従ってメッキ下地層の

- 10 -

除去に要する時間は殆ど変化しない。

#### 〔実施例〕

次に、図面を参照して本発明の実施例を説明する。

なお、既に述べた通り、本発明の誘導型薄膜磁気ヘッドは、そのコイル構造に特徴を有するものであり、本発明による薄膜磁気ヘッドの他の部分の概略構造は第5図に示した従来の薄膜磁気ヘッドの構造と大差がないため、以下の実施例においてはコイル部以外は第5図を用いて説明する。

実施例1

第5図において、 $Al_2O_3$ -TiCセラミック基板10上に $Al_2O_3$ 膜からなる絶縁層12をスパッタリング法（投入電力：600W、Arガス圧力： $5 \times 10^{-3}$  Torr）により膜厚10 $\mu m$ で成膜した。次いで、膜厚3 $\mu m$ の $Co_{87}Zr_5Nb_8$ 膜をスパッタ法を用いて成膜し、公知のフォトリソグラフィ技術を用いて下部磁性体層13を形成した。なお、 $Co_{87}Zr_5Nb_8$ 膜の成膜条件は、投入電力：600W、Arガス圧力： $5 \times 10^{-3}$  Torrで

- 11 -

フォトリソグラフィ技術を用いてメッキフレームとなるPRパターン4を形成した（第3図(b)）。用いたフォトレジストは、市販のノボラック樹脂系レジストであり、PRパターン4の膜厚は6 $\mu m$ 、パターン幅は1 $\mu m$ 、パターン間隔は3 $\mu m$ とした。なお、PRパターン4のパターン幅が1 $\mu m$ であるから、コイル間隔は1 $\mu m$ である。その後、硫酸銅浴中でCuを電気メッキし、Cuメッキ層3を形成した（第3図(c)）。ここで、メッキ電流密度は1Aであり、Cuメッキ層3の膜厚は5 $\mu m$ とした。次に、PRパターン4を有機溶媒中で剥離した（第3図(d)）。最後に $CF_4$ ガス雰囲気中の反応性エッチングで不要なメッキ下地層を除去し（第3図(e)）、コイル16を形成した。なお、エッチングの条件は、 $CF_4$ ガス圧力：4.5Pa、投入電力：100Wとした。また、このメッキ下地層除去工程に要した時間は約10分間であったが、この間Cuメッキ層4はエッチング速度が約20 $\text{\AA}/分$ であるから、膜厚5 $\mu m$ のうち約200 $\text{\AA}$ エッチングされたが、これによるコイル抵抗値の増加は殆ど

- 13 -

あり、成膜後、480 Oeの回転磁界中で250℃、1時間アニールして磁気特性を改善した。

その後、所定のギャップ長に等しい膜厚（0.2 $\mu m$ ）を有するスパッタ $Al_2O_3$ 膜を成膜（投入電力：300W、Arガス圧力： $5 \times 10^{-3}$  Torr）し、絶縁層14とした。次いで、前記下部磁性体層13上に、ノボラック系樹脂からなるフォトレジストを厚み4 $\mu m$ で塗布し、250℃、1時間の熱処理をして硬化させて下部磁性体層13の段差解消層となる有機物層15を形成し、その後、コイル16を形成した。

以下、コイル16の製法および構造について第1図および第3図を用いて詳細に説明する。

第3図は本発明によるコイルの製造方法を工程順に示した部分断面図である。同図において、下地体1（本実施例では有機物層15に相当する）上にスパッタリング法を用いてTa層2（膜厚3000 $\text{\AA}$ ）よりなるメッキ下地層を形成した（第3図(a)）。成膜条件は投入電力：600W、Arガス圧力： $5 \times 10^{-3}$  Torrである。次いで、公知の

- 12 -

無視できるものであった。

形成されたコイルの概略構造は、その部分断面図を第1図に示すように、Ta層2よりなるメッキ下地層およびCuメッキ層3が順次積層された構造を有している。

以上のようにしてコイル16を形成した後、コイル16の段差解消層となるフォトレジストよりなる有機物層17を前述した有機物層15と同様にして形成した。次に、膜厚3 $\mu m$ の $Co_{87}Zr_5Nb_8$ 膜よりなる上部磁性体層18を、下部磁性体層13と同様に形成した。最後に、 $Al_2O_3$ からなる保護膜（図示せず、膜厚約25 $\mu m$ ）をスパッタ法で成膜した。成膜条件は、投入電力：800W、Arガス圧力： $5 \times 10^{-3}$  Torrである。

以上のようにして作製した本実施例の薄膜磁気ヘッドにおいては、コイル間隔が1 $\mu m$ と狭く、コイル厚みが約5 $\mu m$ と厚いにもかかわらず、Cuメッキ層のエッチング量は約200 $\text{\AA}$ （コイル厚みの約0.4%）と、殆ど無視できるものであった。従って、コイル厚が減少し、コイル抵抗値が増大し

- 14 -

てしまうという従来の問題点は起こらなかった。

## 実施例 2

実施例 1 において T a 層を T i 層とした以外は実施例 1 と同様にして薄膜磁気ヘッドを製造した。

なお、本実施例において、メッキ下地層除去工程に要した時間は約 8 分間であったが、この間、Cu メッキ層 4 はエッチング速度が約 20 Å/分であるから、膜厚 5 μm のうち約 160 Å エッチングされたが、これによるコイル抵抗値の増加は殆ど無視できるものであった。形成されたコイルの概略構造は、その部分断面図を第 1 図に示すように、T i 層 2 よりなるメッキ下地層および Cu メッキ層 3 が順次積層された構造を有している。また、得られた薄膜磁気ヘッドは、コイル間隔が 1 μm と狭く、コイル厚みが約 5 μm と厚いにもかかわらず、Cu メッキ層のエッチング量は約 160 Å (コイル厚みの約 0.3%) と殆ど無視できるものであった。従って、コイル厚が減少し、コイル抵抗値が増大してしまうという従来の問題点は起こらな

- 15 -

隔は 1 μm である。その後、硫酸銅浴中で Cu を電気メッキし、Cu メッキ層 3 を形成した (第 4 図 (c))。ここで、メッキ電流密度は 0.5 A/cm<sup>2</sup> であり、Cu メッキ層 3 の膜厚は 5 μm とした。次に PR パターン 4 を有機溶媒中で剥離した (第 4 図 (d))。最後に Ar 雰囲気中のイオンエッチングで不要なメッキ下地層を除去し (第 4 図 (e))、コイル 16 を形成した。なお、イオンエッチングの条件は Ar ガス圧力: 1×10<sup>-4</sup> Torr、加速電圧: 500V である。このメッキ下地層除去工程に要した時間は約 25 分間であったが、上述のイオンエッチング条件下では Cu のイオンエッチング速度は 600 Å/分であるから、この間 Cu メッキ層 3 は 1.5 μm エッチングされた。

このようにしてコイル 16 を形成した後、コイル 16 の段差解消層となるフォトレジスト層 17 および Co<sub>87</sub>Zr<sub>5</sub>Nb<sub>8</sub> 膜よりなる上部磁性体層 18 を、実施例 1、2 と同様にして形成した。最後に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 膜からなる保護膜 (図示せず、膜厚約 25 μm) をスパッタ法で成膜した。この場合の成膜

- 17 -

かった。

## 比較例 1

実施例 1 および 2 と同様にして Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> - T i C セラミック基板 10 上に、絶縁層 12、下部磁性体層 13、ギャップとなる絶縁層 14 および有機物層 15 を形成し、その後コイル 16 を形成した。コイル 16 の形成には第 4 図に示した従来のコイル構造を用い、次のようにして作製した。

すなわち、第 4 図において、下地体 11 (本例では第 5 図の有機物層 15 に相当する) 上にスパッタリング法を用いて Cr 層 5 (膜厚 30 Å) と Cu 層 6 (膜厚 2000 Å) の積層膜よりなるメッキ下地層を形成した (第 4 図 (a))。次いで、公知のフォトリソグラフィ技術を用いてメッキフレームとなる PR パターン 4 を形成した (第 4 図 (b))。用いたフォトレジストは、市販のノボラック樹脂系レジストである。また、PR パターン 4 は実施例 1、2 と同様に、膜厚は 6 μm、パターン幅は 1 μm、パターン間隔は 3 μm とした。なお、PR パターン 4 のパターン幅が 1 μm であるから、コイル間

- 16 -

条件も本発明の実施例の場合と同様である。

以上のようにして作製した本比較例の薄膜磁気ヘッドにおいては、前述したように、イオンエッチングによるメッキ下地層除去工程において、1.5 μm の厚みの Cu がエッチングされ、Cu メッキ層 3 の膜厚が大きく減少した。このため、本来は実施例で言及した薄膜磁気ヘッドのコイルと、殆ど同じコイル抵抗値を有するはずであったが、約 30 % 以上大きなコイル抵抗値を示した。

## 比較例 2

比較例 1 と全く同様にして Cu メッキ層 3 を形成し、その後 PR パターン 4 を有機溶媒で剥離した。次いで、CF<sub>4</sub> ガス雰囲気中の反応性エッチングで不要なメッキ下地層の除去を行った。エッチングの条件は、実施例 1 と同一で、CF<sub>4</sub> ガス圧力: 4.5 Pa、投入電力: 100W である。CF<sub>4</sub> ガス雰囲気中での Cu および Cr のエッチング速度は共に 20 Å/分であるから、メッキ下地層の除去工程に約 100 分もの時間を要した。この間、Cu メッキ層 3 は 2000 Å 程度エッチングされた。

- 18 -

このエッチング量は、比較例 1 での値に較べれば小さなものであるが、実施例 1 の場合に較べて約 10 倍、実施例 2 の場合に較べて約 12 倍の大きな値であり、この分だけコイル抵抗値が増大することは避けられない。また、メッキ下地層の除去工程に要した時間は約 100 分と異常に長く、スループットが極めて低く、薄膜磁気ヘッドの製造プロセス上問題であることが明らかとなった。

なお、以上の説明においては、 $CF_4$  ガスのみを用いた例を述べたが、 $Ta$  と  $Cu$  のエッチング速度比が十分にとれる範囲内であれば、他のガス（例えば  $Ar$ 、 $Cl_2$ 、 $N_2$  等）を微量添加してもかまわない。

また、実施例においては磁気回路が全て軟磁性薄膜より形成された例についてのみ言及したが、フェライト基板を使用するなど磁気回路の一部がバルク材料で形成された磁気ヘッドに対しても、本発明の意図するところは損なわれないことは当然である。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明によればコイル作製プロセスにおけるメッキ下地層除去工程中の  $Cu$  メッキ層の膜厚減少を最小限とすることができ、コイル間隔が狭く、かつコイル厚が大きな稠密コイルの作製が可能となる。このため、高記録密度用の薄膜磁気ヘッドが実現される。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例によるコイル部の部分断面図、第 2 図は従来例による薄膜磁気ヘッドのコイル部の部分断面図、第 3 図は本発明の方法の一例を工程順に示したコイル部の部分断面図、第 4 図は従来例による薄膜磁気ヘッドの製造方法を工程順に示したコイル部の部分断面図、第 5 図は本発明の誘導型薄膜磁気ヘッドの概略断面図である。

- |              |                    |
|--------------|--------------------|
| 1, 11…下地体    | 2… $Ta$ ( $Ti$ ) 層 |
| 3… $Cu$ メッキ層 | 4… $PR$ パターン       |
| 5… $Cr$ 層    | 6… $Cu$ 層          |
| 10…基板        | 12, 14…絶縁層         |
| 13…下部磁性体層    | 15, 17…有機物層        |

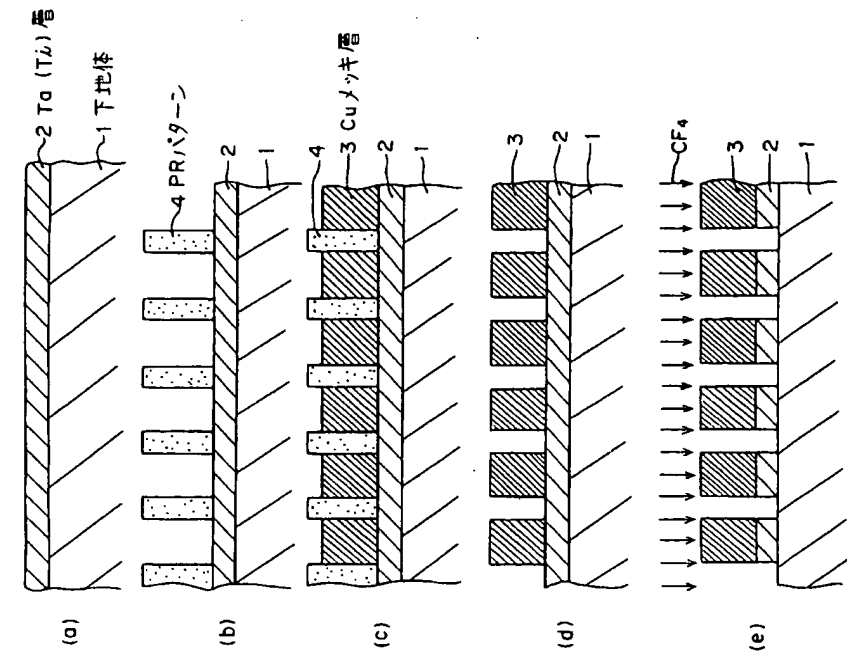
— 19 —

— 20 —

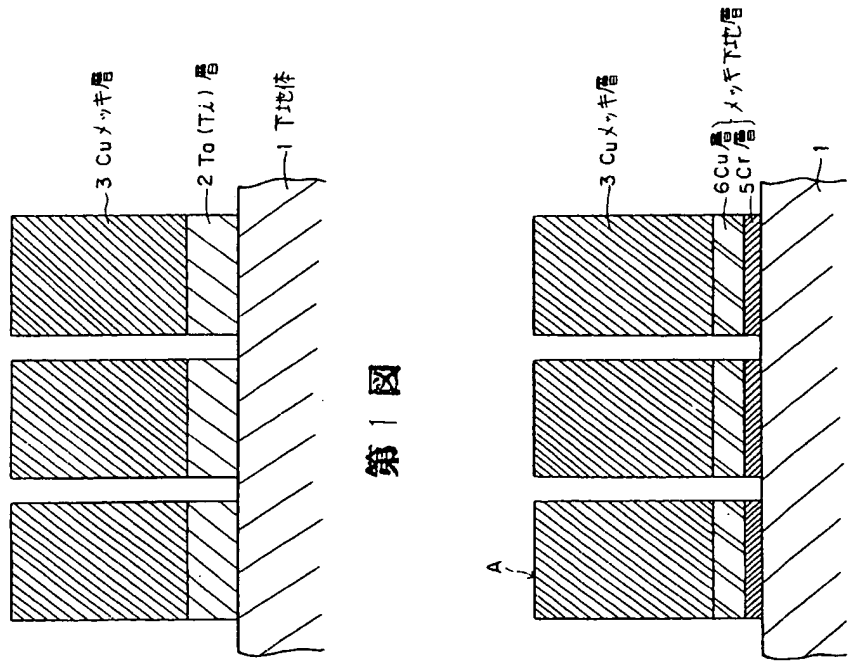
16…コイル

18…上部磁性体層

代 理 人 弁 理 士 緒 野 千 恵 子



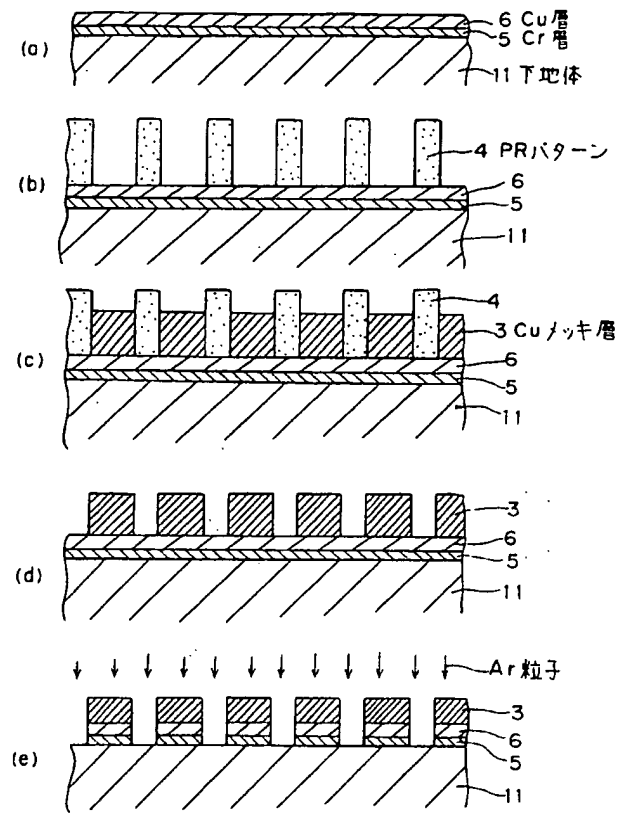
第 3 図



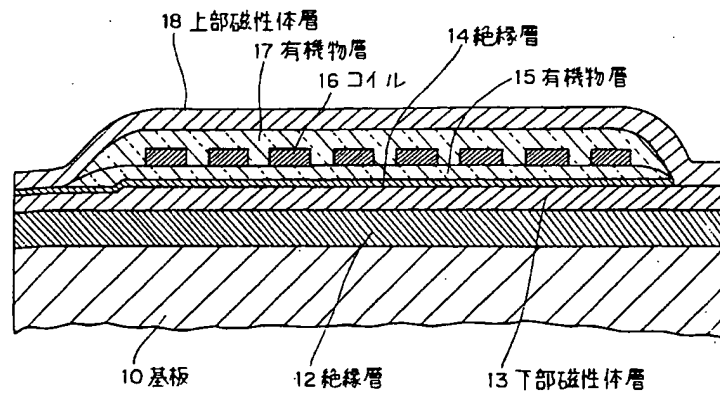
第 2 図

第 1 図





第 4 図



第 5 図